



HAL
open science

**Vers une typologie fonctionnelle des Ouvrages de
Gestion à la Source des eaux pluviales pour la
modélisation hydrologique et de la qualité de l'eau
Towards a comprehensive functional typology of
Stormwater Control Measures for hydrological and
water quality modeling purposes**

José Manuel Tunqui Neira, Marie-Christine Gromaire, Katia Chancibault,
Ghassan Chebbo

► **To cite this version:**

José Manuel Tunqui Neira, Marie-Christine Gromaire, Katia Chancibault, Ghassan Chebbo. Vers une typologie fonctionnelle des Ouvrages de Gestion à la Source des eaux pluviales pour la modélisation hydrologique et de la qualité de l'eau Towards a comprehensive functional typology of Stormwater Control Measures for hydrological and water quality modeling purposes. NOVATECH 2023, Jul 2023, Lyon, France. 2023. hal-04082981

HAL Id: hal-04082981

<https://hal.science/hal-04082981>

Submitted on 26 Apr 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Vers une typologie fonctionnelle des Ouvrages de Gestion à la Source des eaux pluviales pour la modélisation hydrologique et de la qualité de l'eau

Towards a comprehensive functional typology of Stormwater Control Measures for hydrological and water quality modeling purposes

José Manuel TUNQUI NEIRA^{1,2}, Marie-Christine GROMAIRE¹, Katia CHANCIBAULT² and Ghassan CHEBBO¹

¹ Leesu, Ecole des Ponts, Université Paris Est Creteil, F 77455 Marne-la-Vallée, France
jose-manuel.tunqui-neira@enpc.fr
marie-christine.gromaire@enpc.fr
ghassan.chebbo@enpc.fr

² Univ. Gustave Eiffel, GERS, EE, F-44344 Bouguenais, France
katia.chancibault@univ-eiffel.fr

RÉSUMÉ

On observe un changement majeur dans la gestion des eaux pluviales urbaines, qui passe des systèmes centralisés basés sur des canalisations à des solutions décentralisées fondées sur la nature qui gèrent les eaux pluviales en se rapprochant du cycle naturel de l'eau (ouvrages de gestion à la source - OGS). C'est la diversité de ces OGS qui permettra l'adaptation au changement climatique et à l'urbanisation croissante. Une modélisation appropriée des OGS est nécessaire pour aider les décideurs dans leur choix. Bien que des progrès aient été réalisés dans ce domaine en travaillant à l'échelle locale avec un nombre limité de type d'OGS, on ne parvient pas encore à modéliser correctement les effets de diffusion d'une grande variété d'OGS à l'échelle urbaine. Préalablement, une typologie adaptée est nécessaire.

Après un état de l'art des différentes classifications des OGS existantes, une typologie basée sur les fonctions hydrologiques et la structure des OGS a été développée. Elle a permis de conceptualiser, par l'approche réservoir le fonctionnement de 5 grandes classes d'ouvrages.

ABSTRACT

There is a major shift in urban stormwater management from centralized, pipe-based systems to decentralized, nature-based solutions that manage stormwater closer to the natural water cycle (i.e. Stormwater Control Measures - SCMs). It is the diversity of these SCMs that will support adaptation to climate change and increasing urbanization. Appropriate modeling of SCMs is needed to assist stakeholders in their choice. Although progress has been made in this area by working at the local scale with a limited number of SCMs, the diffusion effects of a wide variety of SCMs at the urban scale are not yet being properly modeled. Before this can be done, a suitable typology is needed.

After a state of the art of the various existing classifications of SCMs, a typology based on the hydrological functions and the structure of the SCMs was developed. It allowed to conceptualize, by the reservoir approach, the functioning of 5 main classes of SCMs groups

MOTS CLÉS

Classification des OGS, Conceptualisation du type réservoir, Fonctions hydrologiques, Ruissellement urbain, Structure de l'OGS.

KEYWORDS

Classification of SCMs, Reservoir type conceptualization, Hydrological functions, Urban runoff, Structure of SCMs

1 INTRODUCTION

Après une évolution progressive, nous sommes actuellement confrontés à un changement de paradigme majeur dans la gestion des eaux pluviales urbaines dû à la mise en œuvre des ouvrages de gestion à la source (OGS). Les OGS permettent de nous rapprocher d'un équilibre hydrologique et d'une qualité de l'eau observés en l'absence d'urbanisation. Dans le contexte actuel des changements globaux, les eaux pluviales constituent également une ressource précieuse qui doit être considérée comme un vecteur d'adaptation et de résilience. Cela implique la préconisation d'OGS qui soient capables de retenir la pluie au plus près de la source, pour permettre son infiltration et/ou son évapotranspiration, ainsi que sa récupération pour réutilisation (Fletcher et al., 2013).

Il existe de nombreux OGS dont la conception est basée sur différents critères de gestion des eaux pluviales urbaines : hydrologiques, environnementaux et écologiques, urbanistiques (Wang et al., 2020). Sur la base de ces critères, et afin d'optimiser leur utilisation, différentes typologies des OGS ont été développées (e.g. Chocat et al., 2022; Fletcher et al., 2013; Sage, 2016). Bien que ces typologies soient utiles, il n'existe actuellement pas une typologie des OGS qui puisse décrire de manière générique toute la diversité de ces solutions et qui soit adaptée pour une modélisation à l'échelle urbaine. Ainsi, nous proposons une nouvelle typologie qui permet de décrire, avec un nombre limité de caractéristiques des OGS, leur diversité ; en reproduisant correctement leurs principales fonctions hydrologiques et de qualité de l'eau, conduisant à une meilleure modélisation de ces solutions à l'échelle urbaine.

2 PROPOSITION D'UNE NOUVELLE TYPOLOGIE DES OGS

Sur la base de l'état de l'art concernant les différents critères utilisés pour la classification des OGS dans la littérature, deux critères ont été sélectionnés : **les fonctions principales hydrologiques assurées** et le **type de structure de l'OGS**.

2.1 Fonctions principales hydrologiques assurées

Les OGS doivent assurer principalement trois fonctions hydrologiques : **l'abattement, la régulation et le transport** du ruissellement.

- L'abattement du ruissellement peut s'appuyer sur **la récupération et l'utilisation de l'eau, l'évapotranspiration et l'exfiltration** du ruissellement vers le sol naturel.
- La régulation représente la restitution des eaux de ruissellement stockées dans l'OGS vers un réseau d'eaux pluviales par le biais d'un dispositif à débit régulé. On peut distinguer deux types : **i) Restitution partielle à débit régulé** : outre l'évacuation de l'eau à un débit régulé dans un réseau d'eaux pluviales, l'OGS peut également exfiltrer l'eau dans le sol naturel. **ii) Restitution totale à débit régulé** : l'OGS est étanche, il ne peut donc pas exfiltrer l'eau dans le sol naturel
- Les OGS conçus pour le **transport** nous permettent de stocker l'eau et de la transporter ensuite vers un exutoire ou vers d'autres OGS.

2.2 Type de structure de l'OGS

Le deuxième critère que nous avons pris en compte est le type de structure des OGS : les compartiments physiques dans la structure de l'OGS où le volume de ruissellement collecté par l'OGS est traité. Cette structure est importante car elle détermine les processus dominants qui se déroulent dans l'OGS (hydrologiques, hydro-climatiques et réactifs dans le cas des polluants). La structure de l'OGS peut-être à **l'air libre** ou **souterrain**.

- Les OGS avec une structure du type à **l'air libre** ont un compartiment à leur surface qui permet un stockage temporaire du ruissellement. Selon la gestion du ruissellement, ce groupe peut ensuite être divisé en deux : **i) Percolation à travers un substrat**, **ii) Gestion de l'eau en surface** : le ruissellement est principalement évacué à débit régulé vers le réseau des eaux pluviales existant.
- Les OGS avec une structure en **souterrain** ont un compartiment de stockage souterrain qui permet de stocker le ruissellement jusqu'à ce que le volume soit exfiltré vers le sous-sol naturel, ou évacué à débit régulé vers le réseau d'eaux pluviales existant, ou une combinaison des deux. Ce compartiment de stockage peut être : **i) Alimenté par la surface perméable** au-dessus du compartiment de stockage. **ii) Alimenté par tuyau**, lorsque la surface au-dessus du compartiment de stockage est imperméable.

2.3 Combinaison des deux critères de classification des OGS

La combinaison de ces deux critères de classification dans un tableau croisé (Figure 1) permet de classer les OGS en 16 groupes. Nous avons utilisé des blocs de compartiments (couches) communément utilisés dans la modélisation numérique des OGS. Les différents OGS trouvés dans la terminologie actuelle s'intègrent parfaitement dans les 16 groupes représentés i.e. les toitures

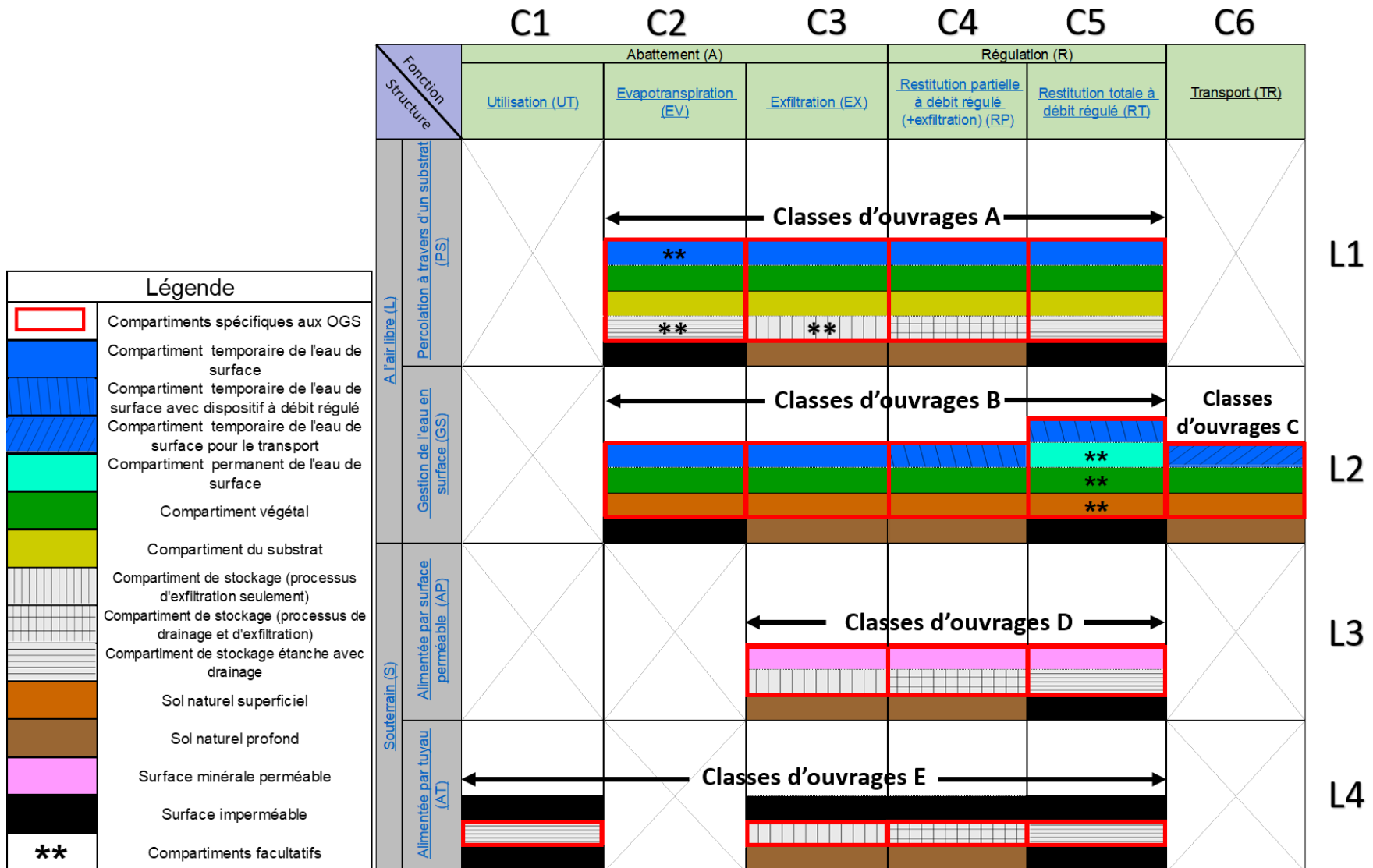


Figure 1 : Tableau croisé des deux critères utilisés pour la construction de notre typologie : Fonction hydrologique assurée (en colonne) et type de structure (lignes). 16 modules d'OGS génériques en résultent. On observe également 5 grandes classes d'ouvrages : les groupes d'OGS qui peuvent être représentés par une même conceptualisation hydrologique et réactive.

végétalisées (groupe L1C2), les bassins de rétention végétalisés (groupe L2C5), les chaussées perméables avec des structures réservoirs étanches (groupe L3C5), les cuves et citernes de récupération d'eau de pluie (groupe L4C1)

3 UTILISATION DE LA TYPOLOGIE DES OGS POUR LA CONCEPTUALISATION DES PROCESSUS HYDROLOGIQUES ET REACTIFS

La typologie développée nous permet une conceptualisation adéquate des différents processus hydrologiques et réactifs (biologiques et physico-chimiques, pour l'amélioration de la qualité de l'eau). Pour la conceptualisation de ces processus, l'approche la plus simple a été utilisée : une représentation du type réservoir, sur la base des compartiments des OGS de la typologie. Grâce à cette approche, nous pouvons observer que plusieurs groupes des OGS de la typologie peuvent être représentés par le même type de conceptualisation. La Figure 2 montre la conceptualisation hydrologique et réactive des classes d'ouvrages E (OGS L4C1, L4C3, L4C4 et L4C5 dans la Figure 1).

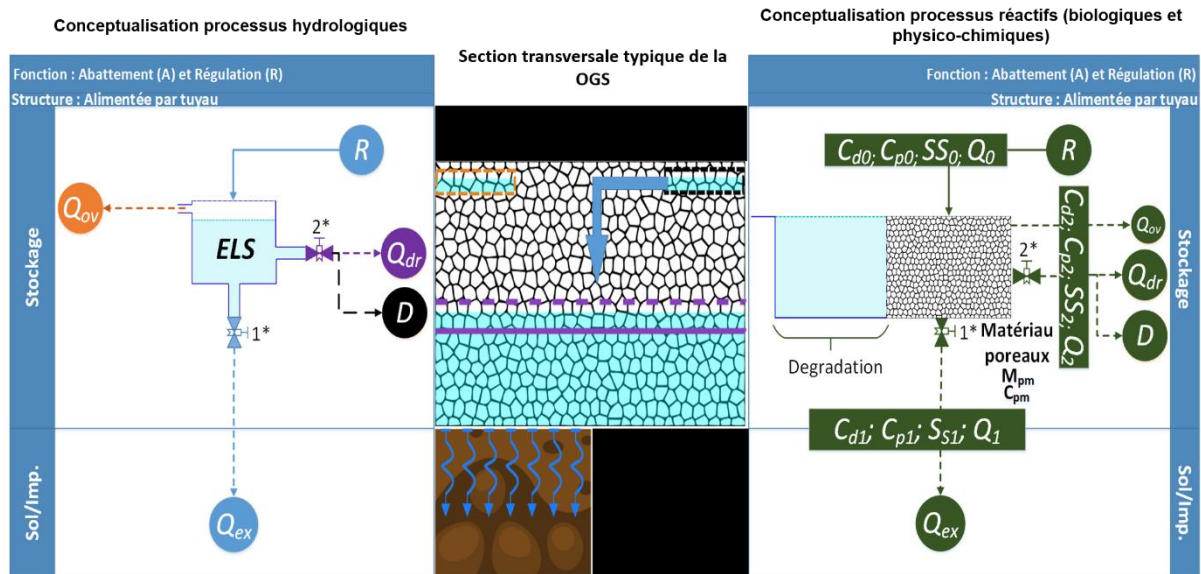


Figure 2 : Conceptualisation des processus hydrologiques et réactifs des classes d'ouvrages E (OGS L4C1, L4C3, L4C4 et L4C5 dans la Figure 1). Dans la conceptualisation hydrologique, la couche de stockage souterrain est représentée comme un réservoir (ELS) stockant de l'eau provenant du ruissellement (R). Selon la fonction hydrologique assurée de chaque OGS (représentée par les vannes), le ruissellement peut être utilisé (D ; OGS L4C1), exfiltré vers le sol naturel (Q_{ex} ; OGS L4C3), évacué avec un débit régulé vers un réseau d'eaux pluviales (Q_{dr} ; OGS L4C5) ou exfiltré/évacué avec un débit régulé (OGS L4C4).

4 CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

La typologie développée à travers les critères choisis (fonction hydrologique et type de structure) permet de décrire de manière générique, mais précise, la diversité des OGS, facilitant le développement des paramétrisations dans les modèles hydrologiques urbains.

La typologie et la conceptualisation des processus peut s'intégrer parfaitement aux modèles de gestion des eaux pluviales existants (e.g. SWMM, Rossman, 2015) ou nouveaux (e.g. TEB, Stavropoulos-Laffaille et al., 2021).

BIBLIOGRAPHIE

- Chocat, B., Cherqui, F., Afrit, B., Barjot, G., Boumahdi, M., Breil, P., Brelot, É., Célérier, J.-L., Chebbo, G., de Gouvello, B., & others. (2022). Contribution à une meilleure explicitation du vocabulaire dans le domaine des solutions dites « alternatives » de gestion des eaux pluviales urbaines. *Techniques Sciences Méthodes*, 5, 103–119.
- Fletcher, T. D., Andrieu, H., & Hamel, P. (2013). Understanding, management and modelling of urban hydrology and its consequences for receiving waters: A state of the art. *Advances in Water Resources*, 51, 261–279. <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2012.09.001>.
- Rossman, L. (2015). Storm water management model user's manual, version 5.1 (EPA-600/R-14/413b). Retrieved from Washington, DC: <http://Nepis.Epa.Gov/Exe/ZyPDF.Cgi>.
- Sage, J. (2016). Concevoir et optimiser la gestion hydrologique du ruissellement pour une maîtrise à la source de la contamination des eaux pluviales urbaines [PhD Thesis]. <http://www.theses.fr/2016PESC1153/document>.
- Stavropoulos-Laffaille, X., Chancibault, K., Andrieu, H., Lemonsu, A., Calmet, I., Keravec, P., & Masson, V. (2021). Coupling detailed urban energy and water budgets with TEB-Hydro model: Towards an assessment tool for nature based solution performances. *Urban Climate*, 39, 100925 <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2021.100925>.
- Wang, J., Liu, J., Wang, H., & Mei, C. (2020). Approaches to Multi-Objective Optimization and Assessment of Green Infrastructure and Their Multi-Functional Effectiveness: A Review. *Water*, 12(10), 10. <https://doi.org/10.3390/w12102714>.